



⑫

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

④⑤ Date de publication du fascicule du brevet :
27.10.93 Bulletin 93/43

⑤① Int. Cl.⁵ : **F28D 7/16, F28F 9/02**

②① Numéro de dépôt : **91401674.6**

②② Date de dépôt : **20.06.91**

⑤④ **Echangeur de chaleur tubulaire pour fluides respectivement chaud et froid à grandes différences respectivement de température et de pression.**

③⑩ Priorité : **21.06.90 FR 9007800**

⑦③ Titulaire : **BABCOCK ENTREPRISE**
35 rue de Bassano
F-75008 Paris (FR)

④③ Date de publication de la demande :
27.12.91 Bulletin 91/52

⑦② Inventeur : **Rey, Pierre Georges**
31, Rue Achille Garnon
F-92330 Sceaux (FR)
Inventeur : **Duponteil, Gilbert Charles**
157, Rue Jean-Baptiste Charcot
F-92400 Courbevoie (FR)

④⑤ Mention de la délivrance du brevet :
27.10.93 Bulletin 93/43

⑧④ Etats contractants désignés :
BE DE DK ES GB IT LU NL

⑦④ Mandataire : **Beauchamps, Georges et al**
Cabinet Z.Weinstein 20, avenue de Friedland
F-75008 Paris (FR)

⑤⑥ Documents cités :
FR-A- 695 595
FR-A- 2 253 999
FR-A- 2 415 790
US-A- 2 720 259
US-A- 4 157 114
US-A- 4 434 840

EP 0 462 903 B1

Il est rappelé que : Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

La présente invention concerne un échangeur de chaleur pour le refroidissement ou le réchauffage de fluides en particulier à haute température, notamment pour au moins deux fluides respectivement chaud et froid entre lesquels existent de grandes différences respectivement de température et de pression, du type à corps sensiblement cylindrique formant calandre contenant au moins un faisceau de tubes droits de passage de fluide de préférence de grande longueur, fixé, à ses extrémités opposées, respectivement à deux plaques tubulaires notamment relativement minces reliées par une calandre, attachée à au moins l'une des plaques tubulaires par un raccordement flexible.

Dans des échangeurs thermiques connus de ce genre par exemple par le FR-A-695 595, FR-A-2 253 999 ou US-A-4 434 840, lorsqu'il existe une grande différence de température entre le fluide circulant à l'intérieur des tubes et le fluide s'écoulant à l'intérieur de la calandre en baignant les tubes ainsi que dans le cas d'une grande différence de pression entre ces deux fluides, il se produit une différence d'allongement importante entre la calandre et les tubes, voire même un raccourcissement de la calandre et un allongement des tubes. A cause de la haute température du fluide s'écoulant dans les tubes, il se produit une dilatation différentielle entre ceux-ci et la calandre, qui contraint les plaques tubulaires et leur raccordement à la calandre.

Lorsque l'échangeur de chaleur est soumis à la pression s'exerçant à l'intérieur de la calandre et aux températures de service, on constate les déformations mécaniques suivantes résultant de l'application des principes de la résistance des matériaux aux constructions en métal:

- la pression, exercée à l'intérieur de la calandre, crée une augmentation du diamètre de la calandre et un raccourcissement de sa longueur; l'augmentation de diamètre accroît la contrainte de membrane dans la plaque tubulaire et dans son raccord à la calandre tandis que le raccourcissement accroît la différence d'allongement entre tubes et calandre et augmente donc les sollicitations exercées sur le raccordement entre plaques tubulaires et calandre;
- la pression, à l'intérieur de la calandre, allonge les tubes par effet de flambement et, de ce fait, accroît les contraintes dans les plaques tubulaires et dans leur liaison à la calandre.

Dans la technique antérieure, diverses solutions ont déjà été utilisées pour pallier ces inconvénients d'origine thermique et mécanique. Un moyen connu à cet effet consiste à façonner la calandre de façon à former ou incorporer, en un emplacement quelconque de son étendue longitudinale, au moins un soufflet annulaire coaxial de dilatation thermique qui ab-

sorbe la différence d'allongement totale entre la calandre et les tubes, laquelle provient de l'effet de pression sur la calandre et sur les tubes et de la différence de température entre calandre et tubes. Dans une variante de calandre avec soufflet de dilatation, au moins l'une des deux plaques tubulaires ou chacune d'elles est pourvue d'un raccordement flexible à la calandre qui peut avoir une forme quelconque et cette solution est particulièrement employée quand la construction comprend des plaques tubulaires minces étayées par les tubes ou par des tirants les reliant entre elles ou par les deux.

Ce système à soufflet de dilatation ou sa variante de réalisation précitée, qui permet de résister à de plus hautes pressions, est limité en pratique et ne peut s'appliquer aux échangeurs de chaleur qui fonctionnent avec de grands allongements différentiels entre les tubes et la calandre sans entraîner de très importants surcoûts causés par ses grandes dimensions.

L'invention a principalement pour but d'éviter ou de surmonter ces difficultés en diminuant la déformation subie par la partie formant le soufflet de dilatation ou raccordement flexible lorsqu'elle est directement attachée à l'une ou à chacune des deux plaques tubulaires.

Dans un échangeur de chaleur du type mentionné au début, ce problème technique est résolu conformément à l'invention par le fait qu'entre le raccordement flexible précité, munissant au moins l'une ou chacune des deux plaques tubulaires précitées, et l'extrémité adjacente de la calandre est interposée une pièce annulaire coaxiale rigide de jonction reliée respectivement à ladite calandre et audit raccordement flexible, ladite pièce annulaire étant en saillie radialement interne et de section suffisante pour limiter au maximum, d'une part, l'accroissement du diamètre de la calandre et, d'autre part, le déplacement du point d'attache du raccordement flexible sur ladite pièce annulaire sous l'effet de la pression interne.

La présence de cet élément annulaire a pour effet de diminuer considérablement les contraintes subies par le raccordement flexible de la calandre à la plaque tubulaire, cet effet étant d'autant plus sensible que la pression, s'exerçant dans la calandre, est plus élevée et, accessoirement, de décroître les contraintes dans la plaque tubulaire elle-même. Cette réduction des contraintes, obtenue par la présence de l'élément annulaire précité, permet, à conditions de service égales, de construire l'appareil avec des tubes plus longs donc d'en réduire le coût. L'invention permet aussi d'utiliser le type d'échangeur thermique à plaques tubulaires minces raccordées de manière flexible à la virole formant calandre, dans des conditions d'utilisation plus sévères, c'est-à-dire à une pression ou différence de température très importante.

En donnant des dimensions convenables à la pièce annulaire précitée, la présence de cette pièce di-

minue les effets désavantageux précités par le fait que la pièce annulaire présente alors une rigidité suffisante pour réduire considérablement l'augmentation de diamètre de la calandre et également pour réduire son raccourcissement par la traction exercée par la force de pression appliquée sur la face latérale de l'épaulement interne formé par cette pièce annulaire, laquelle force induit une tension dans la calandre.

Il est important que la pièce annulaire, joignant la calandre à l'une ou à chacune des deux plaques tubulaires, ait une résistance mécanique notamment à la flexion suffisante pour constituer un ensemble à structure très rigide par rapport à cette plaque tubulaire. A cet effet et selon une autre caractéristique de l'invention, la différence, entre les rayons intérieurs respectivement de la calandre et de la pièce annulaire, est égale environ à l'épaisseur de la virole précitée formant calandre tandis que l'épaisseur de ladite pièce annulaire (en direction axiale ou longitudinale) est au moins égale au double de l'épaisseur de la plaque tubulaire correspondante.

L'invention sera mieux comprise et d'autres buts et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement à la lecture de la description explicative qui va suivre en se reportant au dessin schématique annexé donné uniquement à titre d'exemple non limitatif illustrant un mode de réalisation spécifique actuellement préféré de l'invention et dans lequel la figure unique représente une vue en coupe longitudinale d'un échangeur de chaleur conforme à l'invention.

Par souci de simplification, on a omis de représenter, sur la figure du dessin, le couvercle ou fond normalement prévu à l'une des extrémités de l'échangeur thermique, la boîte de circulation à l'extrémité opposée de l'échangeur de chaleur, avec les tubulures respectivement d'entrée et de sortie du fluide destiné à circuler dans les tubes, les chicanes à l'intérieur de la calandre.

Selon l'exemple de réalisation de l'invention représenté, l'échangeur de chaleur comprend un corps sensiblement cylindrique circulaire creux 1 formant calandre constituant sa paroi latérale d'enceinte délimitant l'espace intérieur 2 de l'échangeur dans lequel doit circuler l'un des deux fluides chauffant ou refroidisseur pénétrant dans la calandre par la tubulure d'entrée 3 et la quittant par la tubulure de sortie 4 de la calandre. La calandre est reliée, à ses extrémités opposées, respectivement à deux plaques tubulaires relativement minces 5 dans lesquelles sont fixés et qui sont traversées par des tubes sensiblement rectilignes 6 s'étendant à travers l'espace intérieur 2 et destinés à la circulation de l'autre fluide en corrélation de transmission calorifique avec le premier fluide qui baigne ces tubes constituant un faisceau tubulaire.

Au moins l'une des deux plaques tubulaires 5 et, de préférence, chacune d'elles est reliée, à l'extrémité voisine de la calandre 1, par une partie périphérique 7 constituant un raccordement flexible formant par

exemple soufflet de dilatation ou ayant un effet équivalent.

La calandre 1 est reliée à ses extrémités opposées respectivement à chaque raccordement flexible 7 de la plaque tubulaire correspondante 5 par un élément annulaire coaxial 8 beaucoup plus épais radialement que la calandre 1 et beaucoup plus épais longitudinalement que la plaque tubulaire associée 5.

Chaque élément annulaire 8 est solidaire ou fait partie intégrante de la virole 1 formant calandre ou est éventuellement rapporté sur celle-ci. Chaque élément annulaire 8 constitue une saillie radialement interne par exemple en forme d'épaulement sur la calandre 1 en présentant une configuration sensiblement cylindrique.

Chaque élément annulaire 8 est attaché au raccordement flexible voisin 7 avantageusement par soudage ou analogue.

A titre de simple exemple non restrictif, le fluide, circulant dans les tubes 6, est un gaz chaud à une température de 850°C qui est à abaisser à 400°C par échange thermique avec un fluide refroidisseur liquide qui est de l'eau à une pression de 130 bar, circulant dans la calandre 1. Les tubes 6 ont une longueur de 14 mètres entre les deux plaques tubulaires 5. Chaque plaque tubulaire 5 a une épaisseur de 20 mm à 25 mm tandis que la calandre 1 a une épaisseur de 90 mm et chaque élément ou portion annulaire 8 a une hauteur ou épaisseur radiale de 200 mm donc une saillie radiale de 110 mm et une épaisseur en direction longitudinale de 100 mm. Ces dimensions ne sont qu'indicatives car elles doivent être déterminées par un calcul précis des contraintes. Elles sont notamment fonction de la qualité des matériaux choisis qui peuvent être de nuances différentes respectivement pour la calandre, chaque élément annulaire, les plaques tubulaires et les autres parties composantes de l'échangeur.

Revendications

1. Echangeur de chaleur à corps sensiblement cylindrique formant calandre (1) contenant au moins un faisceau de tubes droits de passage de fluide (6), fixé, à ses extrémités opposées, respectivement à deux plaques tubulaires (5) reliées à ladite calandre (1) qui est attachée à au moins l'une des plaques tubulaires par un raccordement flexible (7), caractérisé en ce qu'entre ledit raccordement flexible (7) et l'extrémité adjacente de ladite calandre (1) est interposée une pièce annulaire coaxiale rigide de jonction (8) reliée respectivement à ladite calandre (1) et audit raccordement flexible (7), ladite pièce annulaire étant en saillie radialement interne et de section suffisantes pour limiter au maximum, d'une part, l'accroissement du diamètre de la calandre (1) et,

d'autre part, le déplacement du point d'attache du raccordement flexible (7) sur ladite pièce annulaire (8) sous l'effet de la pression interne.

2. Echangeur de chaleur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la différence, entre les rayons intérieurs respectivement de la calandre (1) et de la pièce annulaire (8) précitées, est égale environ à l'épaisseur de ladite calandre (1) tandis que l'épaisseur de ladite pièce annulaire (8) en direction longitudinale ou axiale est au moins égale au double de l'épaisseur de la plaque tubulaire correspondante (5).
3. Echangeur de chaleur selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que chaque pièce annulaire précitée (8) est solidaire ou fait partie intégrante de la calandre précitée (1) et est attachée par soudage au raccordement flexible voisin précité (7).

Patentansprüche

1. Wärmetauscher mit einem eine Umhüllung bildenden etwa zylindrischen Körper (1), der wenigstens ein Bündel von geraden Rohren (6) zum Durchströmen von fließfähigen Mitteln enthält, das mit seinen entgegengesetzten Enden jeweils an zwei mit der besagten Umhüllung (1) verbundenen Rohrplatten (5) befestigt ist, welche Umhüllung an wenigstens einer der Rohrplatten durch eine biegsame Verbindung (7) befestigt ist, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der besagten biegsamen Verbindung (7) und dem angrenzende Ende der besagten Umhüllung (1) ein koaxiales starres ringförmiges, jeweils mit der besagten Umhüllung (1) und mit der besagten biegsamen Verbindung (7) verbundenes Anschlussstück (8) gefügt ist, wobei das besagte ringförmige Stück einen radial inneren Vorsprung bildet und einen ausreichenden Querschnitt hat, um im Höchstmass einerseits die Zunahme des Durchmessers der Umhüllung (1) und andererseits die Verschiebung der Befestigungsstelle der biegsamen Verbindung (7) an dem besagten ringförmigen Stück (8) unter der Wirkung des Innendruckes zu beschränken.
2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Unterschied zwischen den inneren Radien jeweils der vorgenannten Umhüllung (1) und des vorgenannten ringförmigen Stückes (8) ungefähr der Dicke der besagten Umhüllung (1) gleich ist, während die Dicke des besagten ringförmigen Stückes (8) in Längs- bzw. Axialrichtung wenigstens der doppelten Dicke der entsprechenden Rohrplatte (5) gleich ist.

3. Wärmetauscher nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass jedes vorgenannte Stück (8) mit der vorgenannten Umhüllung (1) fest verbunden ist oder einen einheitlichen Teil derselben bildet und an der vorgenannten benachbarten biegsamen Verbindung (7) durch Schweißen befestigt ist.

Claims

1. Heat exchanger with a substantially cylindrical body forming a shell (1) containing at least one nest of straight fluid passageway tubes (6) fastened at its opposite ends to two tube sheets (5), respectively, connected to the said shell (1) which is attached to at least one of the tube sheets by a flexible connection (7), characterized in that between the said flexible connection (7) and the adjacent end of the said shell (1) is interposed a rigid coaxial annular junction part (8) connected to the said shell (1) and to the said flexible connection (7), respectively, the said annular part forming a radially internal projection and having a section sufficient to limit to the maximum on the one hand the increase of the diameter of the shell (1) and on the other hand the displacement of the point of attachment of the flexible connection (7) onto the said annular part (8) under the effect of the internal pressure.
2. Heat exchanger according to claim 1, characterized in that the difference between the internal radii of the aforesaid shell (1) and of the aforesaid annular part (8), respectively, is approximately equal to the thickness of the said shell (1) whereas the thickness of the said annular part (8) in the longitudinal or axial direction is at least equal to twice the thickness of the corresponding tube sheet (5).
3. Heat exchanger according to claim 1 or 2, characterized in that each aforesaid annular part (3) is made fast to or forms an integral part of the aforesaid shell (1) and is fastened by welding to the aforesaid neighbouring flexible connection (7).

